

## ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТРУБОПРОВОДАМИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

### *Введение*

В настоящее время все теплоизоляционные материалы, применяемые на магистральных и квартальных тепловых сетях, по ряду параметров проходят сертификацию в лабораторных условиях. Образцы этого могут изготавливаться путем вырубки из готового заводского изделия или отдельно образцы требуемым размерам из тех же материалов, что и сам теплоизоляционный материал. Но так как характеристики заводского образца, готового к установке в тепловых сетях, и лабораторного образца могут отличаться из-за различной геометрии и технологии процесса производства, задача исследования теплоизоляционных материалов в условиях, приближенных к эксплуатационным, является актуальной на сегодняшний день.

Одним из важнейших показателей работы системы транспорта тепла является величина потерь тепловой энергии. Снижение этих потерь повышает эффективность работы транспортной системы, а значит потребуются сжечь меньшее количество условного топлива, чтобы обеспечить снабжение потребителя необходимым объемом тепловой энергии.

### *Описание установки*

Наиболее полные и объективные показания тепловых потерь можно достичь при моделировании конструкции теплопровода в лабораторных условиях, которая будет воспроизводить его натурную конструкцию в реальных условиях работы в тепловых сетях.

На рис. 1 представлена схема испытываемой конструкции, состоящей из металлической трубы с внешним диаметром 89 мм, на которую одевается испытываемый теплоизоляционный материал; внутри трубопровода помещаются три нагревателя А, Б, В, с регулируемой мощностью, осуществляющие нагрев стенки трубы. Боковые нагреватели А и В служат защитой, охранной зоной для центрального нагревателя Б, тем самым исключая тепловые потери с торцов зоны центрального нагревателя. В результате этого, температурное поле на стыке центрального и боковых нагревателей выравнивается, и измеряемая мощность центрального нагревателя соответствует прямым потерям тепла с данного участка трубопровода.

На металлический трубопровод предварительно перед пуском устанавливаются термопары по всей окружности сечения. Далее крепится слой теплоизоляции по всей длине трубопровода. На поверхность изоляции также монтиру-

ются термопары по всей окружности сечения для точного измерения температуры теплоизоляционного материала (дело в том, что температура поверхности снизу, сбоку и сверху изоляции может различаться).

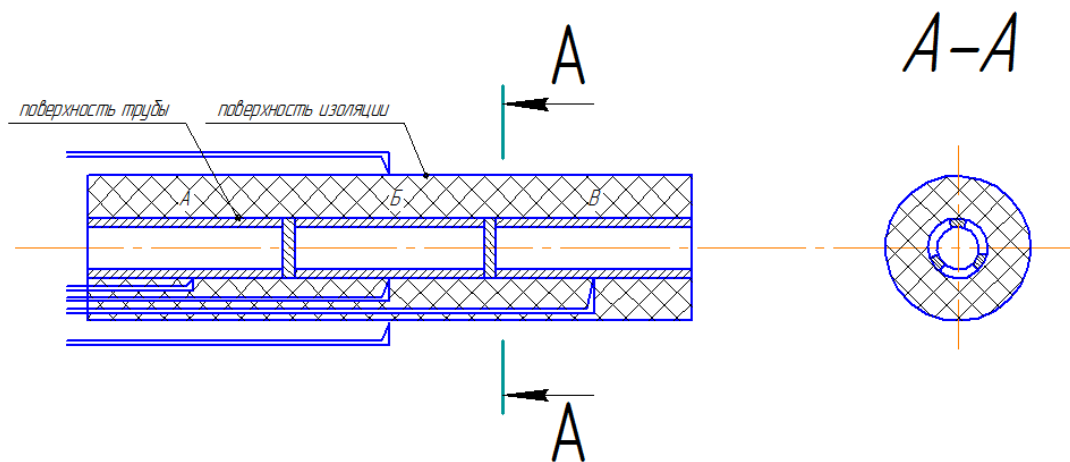


Рис. 1. Схема экспериментальной конструкции

### *Экспериментальные результаты*

В течение всего периода эксперимента производится запись измеряемых значений линейных тепловых потерь, температур поверхности трубопровода, теплоизоляционного материала и окружающей среды.

Вычисление эффективного коэффициента теплопроводности теплоизоляции определялось из уравнения теплового потока для цилиндрической стенки:

$$q_1 = \frac{(t_{\text{пов}} - t_{\text{из}}) \cdot \pi}{\frac{1}{2} \lambda_{\text{из}} \cdot \ln\left(\frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{внут}}}\right)},$$

путем его преобразования к следующему виду:

$$\lambda_{\text{из}} = \frac{ql \cdot \ln\left(\frac{d_{\text{из}}}{d_{\text{внут}}}\right)}{(t_{\text{ст}} - t_{\text{из}}) \cdot 2\pi}.$$

Стационарность теплового режима фиксировалась, когда мощность нагревательного элемента и значения температур поверхностей трубы и теплоизоляции достигали постоянного значения. На рис. 2 представлен процесс испытания пенополиуретановых теплоизоляционных скорлуп толщиной 40 мм. Процесс испытания проходил в три этапа: 1 – период выхода стенда на заданный температурный режим; 2 – период точного регулирования мощности нагревательных элементов; 3 – стационарный режим. Как видно из рис. 2, система регулирования поддерживает температуры поверхностей трубы и изоляции с достаточно высокой точностью, позволяющей достичь стационарного режима. Колебания мощности на втором этапе эксперимента вызваны довольно высокой инертностью системы, они нивелируются системой регулирования.

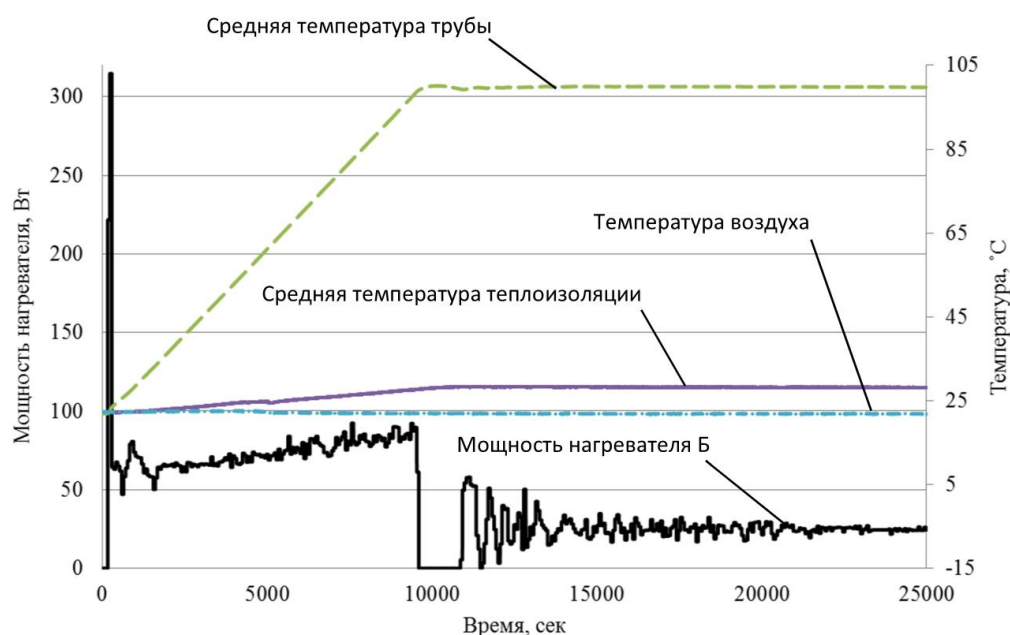


Рис. 2. Значения параметров испытания:

экспериментальные данные стационарного режима:

$\delta = 40$  мм;  $d_{тр} = 89$  мм;  $t_{из} = 28$  °C;  $t_{в-ха} = 22$  °C;  $t_{ст} = 100$  °C;  $q = 25$  Вт/м;  $\lambda_{из} = 0,0355$  Вт/м·К

### Заключение

Точность системы регулирования и возможность установки любой температуры стенки трубы, а также регулирование мощности нагревателей в зависимости от интенсивности процесса теплообмена обеспечивает высокую точность измерений, что подтверждается сопоставлением расчётных данных с экспериментальными.

Таким образом, имея возможность задавать все необходимые параметры сред, оперируя измеряемыми показателями высокой точности и установив мощную систему автоматики, поддерживающую постоянный режим работы, получаем на выходе данные об эффективности и целесообразности использования теплоизоляционного материала. Достигнутое разработчиком установки небольшое время выхода системы в стационарный режим позволяет широко применять данный стенд для сертификационных испытаний теплоизоляционных материалов.

УДК 631.172

Давыдов С. Я., Чикурова О. С., Обухова А. А., Усманов А. И.  
Уральский государственный горный университет,  
ochikur@mail.ru

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬХОЗРАСТЕНИЙ

Часто ли человек задумывается о том, сколько усилий необходимо растению для того, чтобы вырасти? – Не часто. Этим вопросом занимаются люди,